

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках
**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/85

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ СПЕКЛ-СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ В СЛОИСТОМ КОМПОЗИТЕ СТАЛЬ/УГЛЕПЛАСТИК ПРИ ДЕФОРМАЦИИ

Буньков В.Е., Пляскин А.С., Клопотов А.А., Устинов А.М.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

Исследования распределений деформационных полей в композитных материалах, позволяющие регистрировать изменения непосредственно в процессе нагружения *in situ* можно довольно успешно проводить при помощи бесконтактного метода трехмерной цифровой оптической системы. Конструкции и элементы конструкций, в которых используются композитные материалы, относятся к такому классу конструкций, в которых существуют протяженные области с источниками концентраторов напряжений [1,2]. Поэтому необходимы экспериментальные исследования деформационных полей в композитных материалах для оценки прочности узлов и элементов конструкций из композиционных материалов. В настоящее время для решения таких задач достаточно плодотворно используют цифровую оптическую систему VIC-3D Correlated Solutions [3].

Целью настоящей работы является изучение *in situ* непрерывной эволюции в пространстве и во времени распределений напряженно-деформированных состояний в слоистом композите сталь/углепластик при деформации

Для испытаний были изготовлены слоистые образцы в виде стальной заготовки из стали 09Г2С и наклеенной полосы углепластика прямоугольного сечения. Для испытаний были изготовлены плоские слоистые образцы сталь 09Г2С/углепластик с размерами в поперечном сечении от 6 мм до 10 мм. Углепластик представлял собой композит из армированной углеродной однонаправленной ткани с поверхностной плотностью 530 г/м² «Таре 530» и матрицей из двухкомпонентного эпоксидного связующего «Resin 530». Пластина углепластика представляет собой полосы прямоугольного сечения 20×2 мм.

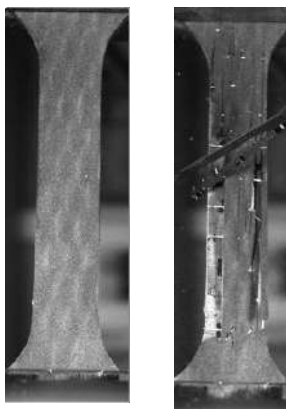


Рис. 1. Фотография образца до испытаний (а) и после испытаний (б)

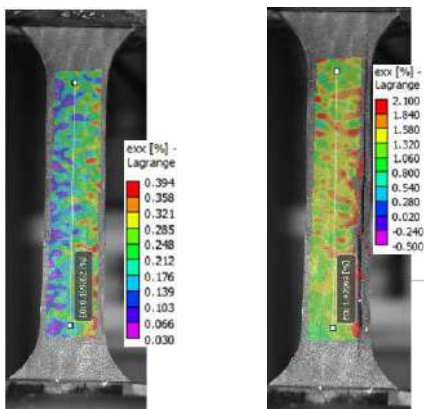


Рис. 2. Картины распределений горизонтальных относительных деформаций ϵ_{xx} на поверхности образца сталь /углепластик при разных деформациях: а – $\epsilon \sim -0,199\%$; б – $\epsilon \sim -1,42\%$

Механические испытания образцов на растяжение проводили приборе «INSTRON 3386» с постоянной скоростью деформирования 0,0021 с⁻¹. Исследования непрерывной эволюции в пространстве и во времени деформационной картины на поверхности образца проводили при помощи цифровой оптической системой Vic-3D на основе метода корреляции

Секция 2. Неустойчивость, локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

цифровых стереоскопических изображений. В процессе испытания были определены геометрические параметры поверхности (координаты X, Y, Z для каждой анализируемой точки), а также относительные деформации (ϵ_{xx} – по оси OX, ϵ_{yy} – по оси OY, ϵ_{xy} – деформации сдвига) [3,4].

На рис. 1 приведены фотографии образца до испытаний и после разрушения. Видно, что разрушение пластин углепластика произошло на боковых гранях образца.

На рис. 2 приведены картины распределений горизонтальных относительных деформаций ϵ_{xx} на поверхности образца сталь /углепластик при разных деформациях. Видно, что боковые грани образца являются концентраторами напряжений. В этих местах наблюдается квазипериодическое слоистое локализация очагов пластической деформации.

По данным испытаний слоистого композита получена деформационная кривая растяжения слоистого композита сталь/углепластик в координатах «напряжение-деформация» (рис.3). На этой кривой хорошо видна стадийность развития деформационных процессов.

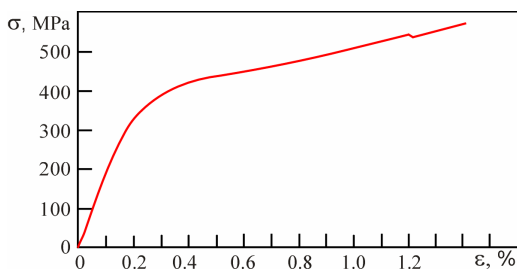


Рис. 3. Деформационная кривая растяжения слоистого композита сталь/углепластик

Применение системы VIC-3D позволяет получать картины, детально отражающие непрерывную эволюцию в пространстве и во времени распределения изополей относительных деформаций на поверхности слоистого композита сталь/углепластик, а также характер распределений деформационных полей на каждой стадии деформационной кривой.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерств науки и высшего образования РФ (номер проекта FEMN-2020-0004).

1. Устинов А.М., Копаница Д.Г., Клопотов А.А. Экспериментальное исследование методом корреляции цифровых изображений напряженно-деформированных состояний поверхности прокатного двутавра, усиленного углепластиком. Сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в машиностроении». Юрга. ТПУ, 2017. С. 39-41.
2. Wang, H. Determination of the bond-slip behavior of CFRP-to-steel bonded interfaces using digital image correlation / H. Wang, G. Wu, Y. Dai and X. He // Journal of Reinforced Plastics and Composites. –Vol. 35(18). – 2016. P. 1353–1367.
3. Sutton M.A., Orteu J.J., Schreier H. Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements. University of South Carolina, Columbia, SC, USA, 2009. 364 p.
4. Д.Г. Копаница, А.М. Устинов, А.И. Потехаев, А.А. Клопотов, Е.С. Марченко. Изменения напряженно-деформированных состояний приповерхностных слоев стали в процессе нагружения. Известия ВУЗов. Физика. 2017. Т.60, №9. С.105-113